

Joel Kallio

# Jäte- ja huleveden tarkastuskaivojen saneerausmenetelmät

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Rakennusmestari, LVI (AMK)

Rakennusalan työnjohto

Opinnäytetyö

24.4.2015

Tekijä Otsikko	Joel Kallio Jäte- ja huleveden tarkastuskaivojen saneerausmenetelmät
Sivumäärä Aika	27 sivua + 1 liite 24.4.2015
Tutkinto	rakennusmestari, LVI (AMK)
Koulutusohjelma	rakennusalan työnjohto
Suuntautumisvaihtoehto	LVI-tekniikka
Ohjaajat	rakennuttajavalvoja Tommi Rantanen lehtori Jyrki Viranko
<p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena on perehtyä jäte- ja huleveden tarkastuskaivojen saneerausmenetelmiin, jotka toteutetaan mahdollisimman vähin kaivutöin. Työ toteutettiin yhdessä Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymän kanssa.</p> <p>Viemärikaivojen saneerauksella pystytään lisäämään kaivojen käyttöikää ja parantamaan viemäriverkoston toimivuutta. Työssä tarkastellaan taustatietona erilaisia tarkastuskaivoja ja niiden kunnon määrittämiseen liittyviä menetelmiä. Lisäksi perehdytään kaivoihin liittyviin yleisiin vikoihin ja ongelmiin. Opinnäytetyössä tarkastellaan myös viemärikaivojen saneeraushanketta ja sen työvaiheita. Opinnäytetyön aineisto on koottu alan kirjallisuudesta, eri valmistajien julkaisemista materiaaleista ja työpaikalla tehdyistä haastatteluista.</p> <p>Työn tuloksena saatiin selville, että jatkossa jäte- ja huleveden tarkastuskaivojen saneeraushankkeissa tulee kiinnittää erityisesti huomiota lähtötietojen ajantasaisuuteen. Tällöin vältetään vanhentuneiden lähtötietojen aiheuttamilta ongelmilta toteutusvaiheessa, kuten lisä- ja muutostyökustannuksilta.</p>	
Avainsanat	saneeraus, jätevesi, hulevesi, tarkastuskaivo

Author Title	Joel Kallio Renovation methods of wastewater and stormwater manholes
Number of Pages Date	27 pages + 1 appendix 24 April 2015
Degree	Bachelor of Construction Management
Degree Programme	Construction Site Management
Specialisation option	HVAC Engineering
Instructors	Tommi Rantanen, Construction Supervisor Jyrki Viranko, Senior Lecturer
<p>The aim of this final year project was to study the wastewater and stormwater manhole renovation methods carried out with minimum of excavation work. This bachelor's thesis was carried out in cooperation with the Helsinki Region Environmental Services Authority.</p> <p>Restructuring can increase the service life of sewer manholes and to improve the sewerage service life. This thesis focuses on sewers and on the condition of the determination methods. The thesis also focuses on common faults and problems with manholes. The thesis examines a manhole renovation project and its different phases. The material discusses in the thesis has been gathered from the literature, from different manufacturers and from interviews.</p> <p>As a result, it was found out that waste and storm water renovation projects should make sure the source of the information is up to date in order to avoid problems in the implementation phase because this has a great impact on additional and modification costs.</p>	
Keywords	Renovation, wastewater, stormwater, manhole

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
1.1	Opinnäytetyön tausta ja tavoite	1
1.2	Opinnäytetyön rajaukset	1
1.3	Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä	1
1.3.1	HSY:n vesihuolto	2
1.3.2	Pääkaupunkiseudun viemäriverkosto ja viemärintijärjestelmät	2
2	Tarkastuskaivot ja -putket	3
2.1	Betoniset tarkastuskaivot	3
2.2	Muoviset tarkastuskaivot	5
2.3	Hulevesikaivot	6
2.4	Viemärikaivojen kansistot	7
3	Tarkastuskaivojen kunnon määrittäminen	9
3.1	Viemäriverkostojen nykytilan kartoitus	9
3.2	Saneeraustarpeen arviointi	9
3.3	Viemäreiden kuntoselvitykset	9
3.3.1	Viemäriverkon vuotovesiselvitys	9
3.3.2	Viemäreiden TV-kuvaukset	10
3.3.3	Viemärikaivojen kuntotutkimus	10
3.3.4	Betonisten kaivojen viat ja ongelmat	12
3.3.5	Muovisten kaivojen viat ja ongelmat	14
4	Tarkastuskaivojen saneerausmenetelmät	15
4.1	Saneerausmenetelmän valinta ja sille asetettavat tavoitteet	15
4.2	Yleisimmät tarkastuskaivojen saneerausmenetelmät	15
4.2.1	Kansiston ja kaivon pohjan saneeraus	16
4.2.2	Muovinen saneerauskaivo	16
4.2.3	Betonisen kaivon sisään asennettu uusi betoninen sisäkaivo	17
4.2.4	Tarkastuskaivon laastiruiskutus ja ruiskubetonointi	18
4.2.5	Lasikuitukaivo	18

5	Kaivosaneeraushanke	20
5.1	Rakennushankkeen kuvaus	20
5.2	Saneeraustyön vaiheet	20
5.2.1	Kaivojen yläosan korjaus	20
5.2.2	Kaivojen sisäpuolinen puhdistus ja vuotojen injektointi	21
5.2.3	Työaikainen viemäriveresien johtaminen	21
5.2.4	Laastiruiskutus	22
5.2.5	Pohjien muotoilu	22
5.2.6	Kaivojen pinnoittaminen	23
5.3	Saneeraushankkeessa ilmenneet kehittymismahdollisuudet	23
6	Pohdintaa	25
	Lähteet	26
	Liitteet	
	Liite 1. Kaivokortti	

# 1 Johdanto

## 1.1 Opinnäytetyön tausta ja tavoite

Tämän opinnäytetyön aiheena on esitellä ja vertailla jäte- ja huleveden runkolinjoissa olevien tarkastuskaivojen saneerausmenetelmiä, jotka toteutetaan mahdollisimman vähin kaivutöin. Opinnäytetyö on tehty yhteistyössä HSY:n vesihuollon investoinnit-osaston verkostoprojektit-yksikön kanssa.

Opinnäytetyössä käsitellään saneerausmenetelmien esittelyn lisäksi kaivosaneerausprojektia, jossa rakennuskohteena on jäte- ja hulevesikaivojen saneeraus Helsingissä, Konalan ja Haagan alueilla. Työssä seurataan projektin eri työvaiheita ja pohditaan siihen liittyviä kehittämismahdollisuuksia.

## 1.2 Opinnäytetyön rajaukset

Tämä opinnäytetyö keskittyy vesihuoltoverkostossa vain viemäriverkostoon, eli jäte- ja hulevesiviemäriverkostoon ja niissä sijaitseviin tarkastuskaivoihin. Työssä ei käsitellä vesijohtoverkoston saneerausta, eikä kiinteistöjen sisäisten vesihuoltolinjojen saneerausta.

## 1.3 Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä

Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä on Suomen suurin julkinen ympäristöalan toimija, joka tuottaa vesi- ja jätehuollon palveluita sekä tarjoaa ajantasaista seudullista tietoa kustannustehokkaasti ja ympäristöystävällisesti. [1.]

Espoon, Helsingin, Kauniaisten ja Vantaan vesilaitokset sekä Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunnan jätehuolto ja seutu- ja ympäristötieto YTV yhdistyivät 1.1.2010 Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymäksi (HSY). Henkilöstöä HSY:ssä on noin 750. [1.]

### 1.3.1 HSY:n vesihuolto

Espoon, Helsingin, Kauniaisten ja Vantaan vesihuoltolaitokset muodostavat yhdessä vesihuollon toimialan (HSY:n vesihuolto). HSY:n vesihuollon tehtävänä on toimittaa juomavettä yli miljoonalle pääkaupunkiseudun asukkaalle, puhdistaa kaupunkilaisten ja teollisuuden jätevedet, sekä rakentaa ja kunnostaa vesijohto- ja viemäriverkostoa. [2.]

### 1.3.2 Pääkaupunkiseudun viemäriverkosto ja viemäröintijärjestelmät

Viemäriverkko muodostuu tonttivilmäreistä, kokoojaviemäreistä sekä pääviemäreistä. Kaupunkilaisten ja teollisuuden aikaansaamat jätevedet johdetaan kiinteistöltä tonttivilmäreiden kautta kokoojaviemäriin, jotka yhdistyvät pääviemäriin. Pääviemärit kuljettavat viemäriverdet jätevedenpuhdistamoille. [3, s. 26–27.]

Pääkaupunkiseudulla on käytössä kaksi viemäröintijärjestelmää. Helsingin kantakaupungissa on pääosin käytössä sekaviemäröintijärjestelmä, jossa jäte-, hule- ja kuivatusvedet johdetaan samoissa putkivilmäreissä toisiinsa sekoittuneina Viikinmäen jätevedenpuhdistuslaitokselle. Sekavesivilmäreiden osuus viemäreiden kokonaispituudesta on noin kuusi prosenttia. Helsingissä kantakaupungin ulkopuolella, Espoossa, Kauniaisissa ja Vantaalla on käytössä erillisviemäröintijärjestelmä, jossa vain jätevedet ohjataan viemäriin jätevedenpuhdistamolle ja hulevedet ohjataan lähimpään vesistöön tai ne päätetään sopivaan avo-ojaan tonttialueen ulkopuolelle. [2; 4, s. 453.]

HSY:n toimialueella viemäriverkoston pituus on noin 4 900 kilometriä. Kokonaispituudesta jäte- ja sekavesivilmäreiden osuus on noin 2 700 kilometriä ja hulevesivilmäreitä on noin 2 200 kilometriä. Alueella syntyy jätevettä yhteensä 100 miljoonaa kuutiota vuodessa. Pääkaupunkiseudun itäpuolen jätevedet ohjataan Helsingin Viikinmäen jätevedenpuhdistamolle ja länsipuolen jätevedet Espoon Suomenojan jätevedenpuhdistamolle. [2.]

## 2 Tarkastuskaivot ja -putket

Viemäriverkon runkolinjan kaivot ovat tarkastuskaivoja. Niitä sijoitetaan viemäriin jaan kunnossapitoa ja tarkastusta varten tasaisin välimatkoin. Kaivojen suunniteltu keskinäinen etäisyys tulisi olla noin 50–60 metriä ja pitkissä siirtolinjoissa enintään 100 metriä. Erityisesti viemäriin jaan pysty- ja vaakasuuntaiseen taitekohtaan, putkien risteyskohtiin sekä tonttivilmäreiden liittymiin tulee sijoittaa tarkastuskaivo. Viemäriin jaan tulee olla tarkastuskaivojen välillä suora, mikä helpottaa sen kunnan valvontaa ja huoltotoimenpiteitä. [5, s. 106–107.]

Jätevesi- ja hulevesiverkon tarkastuskaivot ovat materiaaliltaan betonia tai muovia. Tarkastuskaivot ovat halkaisijaltaan vähintään 500 mm ja tarkastusputket alle 500 mm. Runkolinjan tarkastuskaivoina käytetään ensisijaisesti umpikannellisia ja sakkapesättömiä kaivoja. HSY:n sisäisen ohjeistuksen mukaan yli 800 mm viemäriin joissa suorille linjo-osuuksille rakennetaan satulakaivot ja risteyskaivoihin betoniset elementti- tai valukavot. [5, s. 106–107.]

Kaivon pohjaelementti tehdään yleensä tehdasvalmisteisena kaivokortin avulla. Kaivokortissa on tyypillisesti ilmoitettu kaivon sisähalkaisija, pohjaelementin korkeus, liittyvien putkien tyypit, halkaisijat, keskinäiset sijainnit ja korkeuserot sekä kaivon numero. Jos kaivossa ei käytetä valmista pohjaelementtiä, valetaan kaivon pohja paikalla betonista. Tarkastuskaivon pohja varustetaan aina kourulla. Kouru on putken kokoa vastaava, poikkileikkaukseltaan puoliympyrän muotoinen ja ulottuu putken puolivälin korkeuteen asti. Kourun sivuilla kaivon pohja muotoillaan kaltevuuteen 1:5 kouruun päin. Kaivojen koko mitoitetaan liittyvien putkien putkikoon, materiaalin, korkeusaseman ja liitossuuntien mukaan. Kun viemäriputken koko on  $\leq 600$  mm, käytetään  $\varnothing 800$  mm:n tarkastuskaivoja. Suurempia putkia käytettäessä kaivon halkaisija saadaan lisäämällä putken halkaisijaan 200 mm. [5, s. 106–107; 6; 7.]

### 2.1 Betoniset tarkastuskaivot

Betoniputket ja -kaivot valmistetaan korkealuokkaisesta betonista, joka koostuu runkoaineksesta, sidosaineesta ja vedestä. Lisäksi käytössä on seos- ja lisäaineita sovittamaan betonin ominaisuuksia haluttuun suuntaan. Betonikaivoissa käytetään raudoitteita, jotka voivat olla poikkileikkaukseltaan pyöreitä tai ellipsejä. Kaivonrenkaiden lujuusluokat ovat

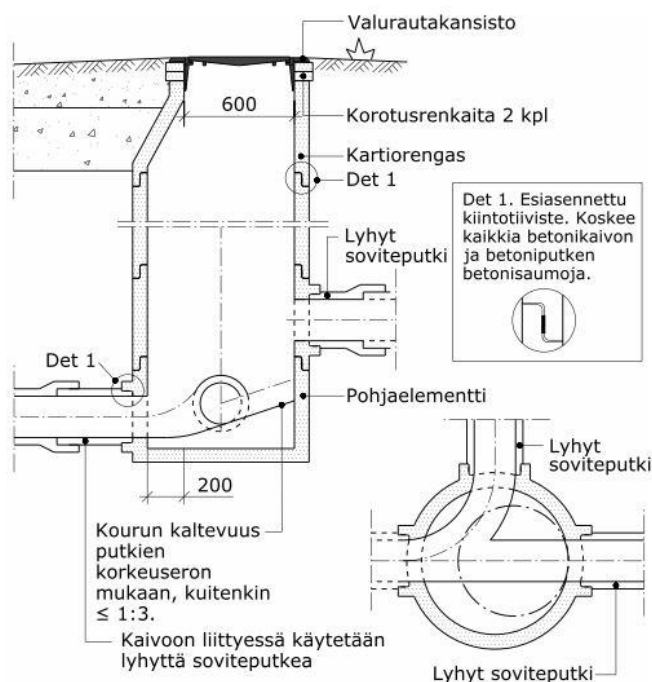


Br ja Cr. Liikennealueilla käytetään Cr-luokan kaivonrenkaita. Yleisesti betonille on tyyppillistä tiiviys, lujuus ja hyvä lämpötilavaihteluiden kesto. Betonisten viemärituotteiden valmistuksen lähtökohtana on yli sadan vuoden käyttöikä. [8, s. 9.]

Betonisia kaivonrenkaita ja kaivon pohjaelementtejä käytetään kaikentyyppisten kaivojen rakentamiseen. EK-betonikaivojen rakentamisessa käytetään voimassaolevan Betoniputkinormit -julkaisun mukaisia pohjaelementtejä, kaivonrenkaita, kartiorenkaita ja korotusrenkaita. EK-betoniviemärijärjestelmän lyhenne EK tarkoittaa esiasennettua kumi-tiivistettä. EK-tuotteita ovat betoniputket ja –kaivot sekä niiden liitos- ja sovitusosat. Ne ovat vakioimitoitettuja, ja eri valmistajien tuotteet sopivat toisiinsa. [8, s. 16–23.]

Tavallisesti betonirakenteinen tarkastuskaivo tehdään kaivonrenkaista, joiden halkaisija on 800 mm tai 1 000 mm. Kaivon yläosa tehdään kartiorengasta tai tasakantta käyttäen. Mikäli on mahdollista, niin ylimpänä suorana kaivonrenkaana käytetään routaliikkeiden välttämiseksi vähintään 1000 mm korkeaa rengasta. Pohjarenkaan päällä alimpana pyritään käyttämään matalia kaivonrenkaita. Pohjarenkaan korkeuteen vaikuttavat saapuvien ja lähtevien putkien koot ja tasoerot. Markkinoille on tullut myös EK-teleskoopikartio kaivoja, jossa yhdistyvät betonikartion ja teleskoopikansiston ominaisuudet. [8, s. 23.]

Korotusrenkaat ja kannen kehykset tiivistetään asennusvaiheessa tiivistenauhalla. Asennusvaiheessa on erityisen tärkeää, että putkien liitokset tehdään vesitiiviiksi ja että kestävänsä kaivoon kohdistuvat rasitukset. Kuvassa 1 on esitetty betonisen tarkastuskaivon rakenne. [7.]

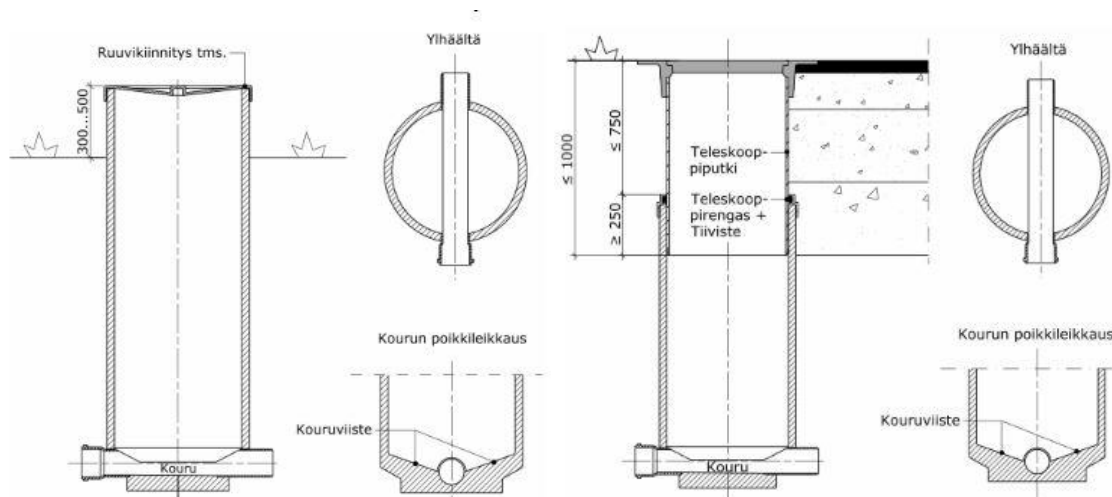


Kuva 1. Poikkileikkaus betonisesta tarkastuskaivosta [7].

## 2.2 Muoviset tarkastuskaivot

Muoviset tarkastuskaivot ovat täysikorkeita tai teleskoopillisia tehdasvalmisteisia valmiskaivoja. Yleisin muovikaivoissa käytetty materiaali on polyeteeni PE. Tarkastusputkina käytetään teleskoopillisia tai täysikorkeita muovisia valmisputkia. Ne asennetaan samalla tavoin kuin kaivot ja elementtirakenteisten tarkastusputkien pohjaosassa on valmis kaltevuus. Liikennöitävällä alueella muovikaivon yläosa tehdään teleskooppirakenteisena. Teleskooprikaivot ovat muovisia kaivoja, joiden yleisimmin käytetty koko on alaosan halkaisijaltaan 560 mm ja yläosan halkaisijaltaan 500 mm. Teleskooppiosan pituudesta vähintään 250 mm ja enintään 750 mm on nousuputken sisällä. Kuvassa 2 on esitetty teleskoopillisen muovikaivon rakenne. [7.]

Muoviset tarkastuskaivot jaetaan tilaus- ja toimitusmenettelyjen perusteella kolmeen pääryhmään, jotka ovat kaivopaketit, moduulikaivot sekä tilauskaivot. Kaivopaketit ovat valmiiksi mitoitettuja vakiomallisia kaivoja. Moduulikaivot koostuvat vakio-osista, jotka ovat pohjaosa, nousuputki ja kansisto. Tilaaja määrittelee halutun putkiyhteen valmistajan valikoimista. Tilauskaivot valmistetaan tilaustyönä, jolloin putkiliittymät, kaivon korkeus ja kansisto määräytyvät yksilöllisesti kaivokortin pohjalta. [9, s. 235.]



Kuva 2. Muovinen tarkastuskaivo ja muovinen teleskooppillinen tarkastuskaivo [7].

### 2.3 Hulevesikaivot

Ritiläkantiset hulevesikaivot keräävät hulevedet kaduilta ja ohjaavat ne hulevesiverkon tarkastuskaivon kautta runkolinjaan. Hulevesikaivon kansirakenteena käytetään yleensä pintavesiritilää. Vilkkaasti liikennöidyillä kaduilla voidaan ritiläkannen sijasta käyttää kita-kaivoa.

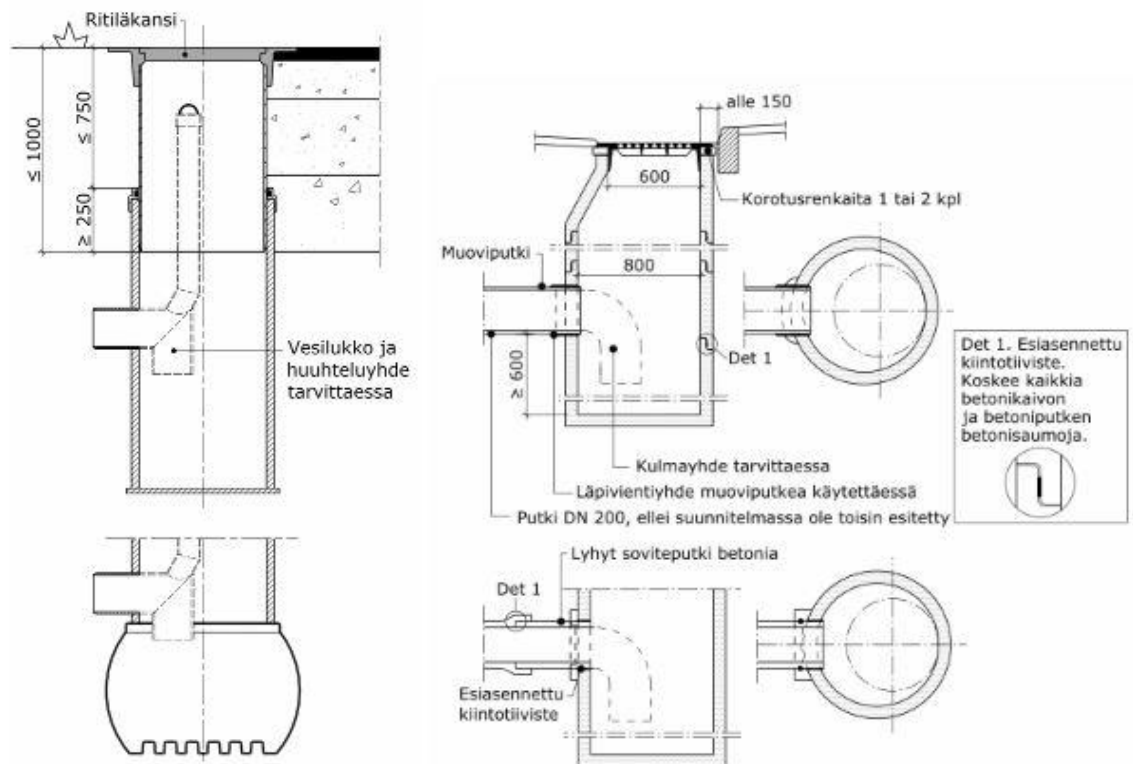
Hulevesikaivot ovat materiaailtaan betonia tai muovia. Betonisia hulevesikaivoja käytetään ensisijaisesti liikennöidyillä alueilla. Niiden halkaisijaksi valitaan yleensä 800 mm, ellei esimerkiksi suuri putkikoko edellytä suurempaa kaivoa. Muovisia hulevesikaivoja voidaan käyttää muovisten runkolinjojen Ø 315 yhteydessä. [6.]

Hulevesikaivon pohja on lähtöputkea alempana. Pohjalle käytetään nimitystä hiekkapesä (sakkapesä). Hiekkapesän tarkoituksena on estää vesien mukana kaivon huuhtoutuvan hiekan ja muun irtoineksen pääsy sadevesiviemäriin. Hiekkapesän suuruus tulee olla vähintään 300 litraa. [4. s. 481; 6.]

Pääkaupunkiseudulla on käytäntönä, ettei runkolinjassa ensisijaisesti käytetä ritiläkansia, eikä sakkapesällisiä hulevesikaivoja, jotka haittaavat veden virtausta viemäriissä. Katuluokissa 1–3, jotka ovat vilkkaasti liikennöityjä katuja, ja joukkoliikennekaduilla käytetään kita-kaivoja. Kitakaivojen kansiston etureuna on reunatukilinjan suuntainen ja se

asennetaan samaan kaltevuuteen kuin se alue, esimerkiksi jalkakäytävä, jolla kansisto sijaitsee. [6.]

Liikennöidyillä alueilla hulevesikaivojen kannet asennetaan 5–20 mm päällysteen pintaa alemmaksi. Liikennealueiden ulkopuolella ne asennetaan maanpinnan tasoon. Jos hulevesikaivo liitetään sekavesiviemäriin, kaivon lähtevään putkeen asennetaan kulmayhde, joka estää viemärikaasujen pääsemisen viemäristä kaivoon. Kuvassa 3 on esitetty muovisen ja betonisen hulevesikaivon rakenne. [7.]



Kuva 3. Poikkileikkaus muovisesta hulevesikaivosta ja betonisesta hulevesikaivosta [7].

## 2.4 Viemärikaivojen kansistot

Viemäriin tarkastuskaivon kansisto koostuu kehysosasta ja valurautakannesta. HSY:n tarkastus- ja laitekaivojen kansina käytetään nykyisin HSY:n logolla varustettuja valurautakansia. Kansistoina käytetään liikennöidyillä alueilla kelluvaa kansistoa. Siinä kehyksen reuna tukeutuu päällysteeseen ja kehyksen alareuna asennetaan betonikaivossa ylimmän korotusrankaan sisään. Muovikaivojen kansistot on tarkoitettu kiinnitettäväksi

muovisten tarkastus- tai hulevesikaivojen nousuputkeen. Muovikaivojen kansistot kiinnitetään pulttiliitoksella kehyksissä oleviin kiinnitysreikiin.

Ajoneuvoilla liikennöitävillä alueilla käytetään kansistoja, joiden kuormituskestävyys on D400 (400 kN) ja paksuus 50 mm. Muualla käytettävien kansistojen kuormituskestävyys on vähintään C250 (250 kN). Tarkastuskaivojen kannet asennetaan asfaltti- ja betonipinnoilla 0–5 mm päällysteen pintaa alemmaksi ja sorateilla 30–50 mm päällysteen pintaa alemmaksi ja peitetään. [7.]

### 3 Tarkastuskaivojen kunnon määrittäminen

#### 3.1 Viemäriverkostojen nykytilan kartoitus

Viemäriverkostojen saneerauksen suunnittelu perustuu nykytilan selvittämiseen ja tavoitetilan määrittämiseen. Nykytilan kartoittaminen on keskeisenä lähtötietona saneerauksen suunnittelulle. Siinä pyritään kartoittamaan verkosta mahdollisimman kattavat tiedot, jotta saneeraustyö voidaan toteuttaa laatuvaatimukset täyttäen ja mahdollisimman taloudellisesti. [10, s. 65.]

#### 3.2 Saneeraustarpeen arviointi

Saneeraustarve todetaan nykytilan kartoituksen sekä tutkimus- ja tapahtumatietojen avulla. Lähtötietoina toimivat viemäriverkoston perustiedot, kuten materiaalit, ikä, aikaisemmat tutkimukset, vikahistoria ja huomiot, kuten jätevesimäärät ja niiden vaihtelut. Nämä vesihuoltoverkon ja sen laitteiden rakenteelliset, toiminnalliset ja muut syyt määrittelevät saneeraustarpeen ja menetelmän sekä työn ajoituksen.

#### 3.3 Viemäreiden kuntoselvitykset

Viemäriverkostojen kuntoselvitykset voivat koostua monista eri menetelmistä. Yleisimmät kuntoselvitysmenetelmät ovat vuotovesiselvitykset, tv-kuvaukset ja tarkastuskaivojen kuntotutkimukset. [11, s. 21.]

##### 3.3.1 Viemäriverkon vuotovesiselvitys

Huonokuntoisen viemäriverkoston selvin oire on runsas vuotovesien määrä. Vuotovesiksi kutsutaan niitä vesiä, jotka tulevat viemäriin ympäröivästä maaperästä vuotavien putkiliitosten, rikkoutuneiden putkien, huokoisten putkenseinämien ja vioittuneiden tarkastuskaivojen kautta. Vuotovedet voidaan jakaa syntymistapansa perusteella kahteen luokkaan. Varsinaiset vuotovedet ovat pohja- ja vajovesistä putkistoon imeytyvää vettä. Hulevuotovedet ovat puolestaan pintavalumavedestä syntyvää vuotovettä, jota pääsee viemäriin kansiston ja kaivojen yläpäiden kautta, putkien saumakohdista ja ylivuodoista. Kaivon rakenteet voivat esimerkiksi routimisen vuoksi liikahtella ja altistaa kaivon

vuotovesien pääsyyllä. Jäteveden käsittelyn tehostuessa on kiinnitettävä huomiota myös vuotovesiin, jotta saadaan käsiteltävien vesien määrää pienennettyä. Vuotovesien määrä vuositasolla on tyypillisesti 50 % jäteveden määrästä [11, s. 21]. Korkeat vuotovesimäärät ja niiden kasvu ovat myös indikaattoreita ikääntyvistä ja rapautuvista verkostoista. [4, s. 464–465; 11, s. 21–22.]

Viemäreiden vuotovesiselvitysten tavoitteena on selvittää vuotovesien määrä, vuotojen sijainti ja vuotojen syyt. Jotta vuotovesien määrää ja vaikutusta voitaisiin seurata yksityiskohtaisemmin, tulee seuranta ja analysointi saada valuma-aluekohtaiseksi. Tämä voidaan toteuttaa seuraamalla jätevedenpumppaamoihin tulevaa virtausta. [11, s. 21.]

### 3.3.2 Viemäreiden TV-kuvaukset

TV-kuvausta käytetään viemäreiden sisäpuoliseen kuntotutkimukseen. Kuvauksen tarkoituksena on saada tietoja kuvatun osuuden kunnosta ja toimivuudesta. Kuvauksen avulla voidaan myös todeta uusien ja saneerattujen viemärilinjoiden laatu ennen vastaanottoa ja käyttöönottoa. TV-kuvauksen avulla pystytään paikallistamaan viemärilinjain paikat, muodonmuutokset ja siirtymät. Lisäksi kuvauksen avulla voidaan saada tietoa muun muassa vuodoista, viemäritukosten syistä ja viemäriiliittymien sijainnista. Tarkastuskaivojen tutkiminen on tarkoituksenmukaista tehdä osana viemärilinjoiden TV-kuvauksista. [12, s. 2.]

Viemärilinjat kuvataan ja nimetään TV-kuvausraporttiin yleensä kaivovälien mukaan. TV-kuvausraportista selviää kuvatun kaivovälin kuvausajankohta, verkostolaji, pituus, putkimateriaali, putkikoko sekä aloitus- ja lopetuskaivon tunnuksat. TV-kuvauksen avulla tehtävät havainnot luokitellaan vika/havaintotyyppiehin ja niiden vakavuus arvioidaan asteikolla 2–4. Vakavuusaste 1 tarkoittaa kunnossa olevaa putkea, ja sitä käytetään vain yleisarvioinnissa. Vakavuusaste 2 kuvaa vähäistä vikaa, vakavuusaste 3 kohtalaista vikaa ja vakavuusaste 4 vakavaa vikaa. [12, s. 17–19.]

### 3.3.3 Viemärikaivojen kuntotutkimus

Viemärikaivojen tutkimiseen voi olla monta eri syytä. Kaivon perustietojen kerääminen tai päivittäminen voi olla syy kaivon tutkimiseen. Tällöin tavoite on dokumentoida kaivon

tarkka sijainti ja rakenteelliset ominaisuudet, kuten mitta- ja materiaalitiedot sekä mahdolliset korjaustoimenpide-ehdotukset. Rakenteellisen ja toiminnallisen kunnon selvityksen lisäksi kaivoja voidaan tutkia myös osana laajempaa vuotovesiselvitystä. Parhaiten kaivojen kunto voidaan tutkia silmämääräisellä tarkastelulla. [13, s. 1.]

Tutkittavasta kaivosta laaditaan aina erillinen tutkimusraportti tilaajan toiveiden mukaisesti. Yleensä tehdyt havainnot, mittatiedot ja kuvatallenteet tallennetaan vesilaitoksen verkkotietojärjestelmään ja kaivoista laaditaan sähköiset kaivokortit, kuten liitteessä 1 on esitetty. Viemärikaivon tutkimusraporttia voidaan käyttää myös saneeraussuunnittelussa lähtötietona tai osana urakka-asiakirjoja, kuten tehtiin myös kaivosaneeraushankkeessa Helsingissä.

Kaivokorttiin merkitään sijaintitietona kaivon sijainti katuosoitteena tai muuna havainnollisena tietona. Lisäksi merkitään ylös kaivon tunnus. Kaivosta piirretään myös kaavio, jossa esitetään liittyvien putkien liitoskohdat ja -suunnat. Lisäksi kaivo ja siihen liittyvien putkien koot mitataan. Kaivokorttiin merkitään kaivon syvyys kansilevyn yläpinnasta. Mikäli kaivossa on sakkapesä, mitataan kaivon syvyys sakkapesän pohjaan. Mikäli liittyvien putkien korkeusasema ei selviä kartasta, mitataan putkien vesijuoksun etäisyys kansilevyn yläpinnasta tai niiden korkeusasemat mitataan. [12, s. 15–16.]

Viemärikaivojen kuntotutkimuksesta saadut havainnot voidaan ryhmitellä kolmeen eri pääryhmään. Ne ovat viemärikaivon rakenteelliset viat, viemärikaivon toiminnalliset viat ja viemärikaivon vuodot. Jokaiseen havaintoon voidaan liittää sen sijainti kaivon kehällä kellonaikana sekä niiden korkeusasema kaivossa. Havaintojen korkeusasemat mitataan etäisyytenä kannen tasosta ja kirjataan ylös metreinä kahdella desimaalilla. Kaivon kehälle kello 12 kohdalle merkitään kaivosta lähtevä viemäri ja kaivossa olevat havainnot ilmoitetaan kellonaikoina sijaintinsa mukaan. Jos havainto ei ole pistemäinen, voidaan sen sijaintia kuvata kahdella eri kellonajalla. [13, s. 2.]

Viemärikaivon rakennetta tai toimintaa koskevia havaintoja voidaan kutsua myös vioiksi. Ne luokitellaan vakavuutensa mukaan käyttäen vakavuusluokitusta 1–4, missä 1 kuvaa vähäistä vikaa ja 4 vakavaa vikaa. Vakavuusluokka kirjataan tutkimusraporttiin. Jos vian vakavuusluokitus vaihtelee sen eri kohdissa, kirjataan raporttiin korkein vakavuutta kuvaava arvo. Mikäli vian suuruus on mitattu, voidaan vian arvo ilmoittaa lukuarvona. Lukuarvo sovitetaan vakavuusluokitukseen kuten taulukossa 1 on tehty. [13, s. 3.]



Taulukko 1. Esimerkki mitattuja lukuarvoja vastaavista vakavuusluokituksista [13, s. 3].

Vakavuusluokka	
1	$x \leq 5\%$
2	$5\% < x \leq 15\%$
3	$15\% < x \leq 30\%$
4	$x > 30\%$

Kaivon kunnon yleisarviointi tehdään erikseen rakenteellisen kunnon, toiminnallisen kunnon ja vuotavuuden osalta. Vakavimmaksi havaittu vika määrittää kaivon yleisarvosanan. Jos kaivosta ei löydy havaittavia vikoja, yleisarvosanaksi tulee 0. [13, s. 3.]

### 3.3.4 Betonisten kaivojen viat ja ongelmat

Betonisten tarkastuskaivojen rakenteelliset viat ovat hyvin samankaltaisia kuin betonisissa viemäriputkissa ilmenevät viat. Vanhoissa betonisissa tarkastuskaivoissa voi esiintyä kaivon seinämällä halkeamia. Halkeamien johdosta kaivon muoto ei kuitenkaan välttämättä ole muuttunut, eikä kaivosta ole irronnut palasia. Materiaalirikkoisen kaivon rakenteessa on havaittavissa irrallisia paloja, jotka ovat vielä paikallaan, mutta jos kaivo on jo osittain sortunut, on kaivon rakenteellinen lujuus menetetty. [9, s. 11.]

Pintavaurioituneessa kaivossa kaivon rungon sisäpinta on vaurioitunut kemiallisesta tai mekaanisesta syystä johtuen. Tällaisia kemiallisesti vaurioituneita kaivoja voivat olla esimerkiksi paineviemärin purkukaivot, jotka ovat alttiina voimakkailla viemärikaasuille. Pintavaurioituneessa betonirakenteisessa kaivossa seinämän karheus on lisääntynyt ja kiviaines voi olla jo näkyvissä. Pahimmassa tapauksessa kaivoon on syntynyt reikä. [13, s. 13.]

Kaivojen valmistuksessa tai asennuksessa voi esiintyä vikoja. Niitä voivat olla esimerkiksi huokoinen betonirengas tai muovikaivon hitsausliitoksessa oleva vika. Yleensä betonisissa kaivonrenkaissa olevat valuvirheet tai muut rakenteelliset viat huomataan ennen kaivon maahan asennusta. Jos vikoja kuitenkin myöhemmin ilmenee, on havainnoidun valmistusvian laatu syytä kirjata kaivon tutkimusraportin lisätietoihin. [13, s. 15.]

Kaivon sisään työntyvä liittyvän putken pää on usein yleinen ongelma. Liian pitkälle kaivoon ulottuva putken pää voi haitata ja padottaa veden virtausta. Mikäli itse liittyvässä

putkessa havaitaan vikaa tai se on esimerkiksi tukossa, kirjataan havainto lisätietoihin tai erilliseen putkea koskevaan raporttiin. Puutteellisesti kaivoon liitetyn putken liitoskohdassa voi olla myös muunlaisia vikoja, esimerkiksi viettokaltevuudeltaan negatiivinen liittymä, jossa vesi purkautuu liittyvästä putkesta kaivossa virtaavaan veteen nähdessä vastavirtaan. Putken liitoskohdassa voi myös esiintyä väljyyttä tai liittyvä putki on jäänyt kokonaan liian lyhyeksi. [13, s. 19.]

Betonisen kaivon rakenneosat eli kaivonrenkaat saattavat siirtyä ja niiden välinen sauma aueta. Tällöin kaivonrenkaiden väliset liitokset vuotavat. Kaivonrenkaiden välinen siirtymä voi olla korkeussuuntaista tai sivusuuntaista. Vakavuusluokitus määräytyy siirtymän suuruuden perusteella. Alle 10 mm:n siirtymiä ei kirjata ylös. Vakavuusluokituksessa 4 kaivonrenkaiden sauma on auki yli 60 mm tai sivuttaisen siirtymän suuruus on yli 30 mm. Siirtymän sijainti putken kehällä kirjataan ylös siten, että siirtymän suunta ilmenee. Viallisista tai väärässä korkeusasemassa olevista kansistoista kirjataan havainnot ja mahdollinen kannen ja maanpinnan välinen korkeusero mitataan. Jos kansisto sijaitsee suunnitellun koron alapuolella, on mahdollista, että kaivon kansi jää myöhemmin maa-aineksen tai päällysteen alle, eikä kaivoa pystytä huoltotoimien yhteydessä heti paikallistamaan. [13, s. 23, 25.]

Kaivon pohjarakenteessa voi ilmetä vikoja. Niitä ovat muun muassa pohjakourussa oleva rakenteellinen vika, joka estää veden virtausta, tai kouru voi olla takalaskuinen. Kouruviisteistä voi puuttua kaltevuus tai pohjakouru voi puuttua kokonaan. [13, s. 27.]

Toiminnallisiin vikoihin kaivoissa kuuluvat halkeamien, kaivonrenkaiden saumakohdista ja liittyvien putkien liitoskohdista kaivoon työntyvät kasvien ja puiden juuret. Juuret saattavat pahimmillaan estää viemäriputkissa ja kaivoissa lähes kokonaan veden virtauksen. Niiden irrottamiseen kuluu kunnossapidolla paljon aikaa, eikä juurien kasvua pystytä pysäyttämään muutoin kuin viemäriinjan ja kaivon saneerauksella. Muita yleisiä toiminnallisesti haittaavia tekijöitä ovat kaivon pinnan saostumat, kuten rasvakertymät, liettymät ja kaivoon päässeet vieraat esineet, jotka haittaavat veden virtausta tai huoltotoimenpiteiden suorittamista. [13, s. 29–36; 14.]

### 3.3.5 Muovisten kaivojen viat ja ongelmat

Kaivon muodonmuutos on muovikaivoilla yleinen ongelma, joka johtuu usein väärin tehdystä täytöstä. Alun perin poikkileikkaukseltaan pyöreä kaivo voi muuttua soikean muotoiseksi. Tällöin myös kaivon ja viemärin väliset putkiliitokset voivat vaurioitua. Asennusvirheet aiheuttavat myös kaivojen kallistumista. Muita havaittuja vikoja ovat myös muovikaivon hitsausliitoksessa olevat viat, sekä kaivon rakenneosien irtonaiset tiivisterenkaat, jotka voivat pahimmassa tapauksessa haitata veden virtausta kaivossa tai aiheuttaa kaivoon vuotoja. [13, s. 9, 15, 21.]

Teleskoopillisissa muovikaivoissa on havaittu ongelmia kansiston kehyksen ja säätöputken välisessä tiiviydessä. Kansiston kautta voi vettä päästä valumaan kaivoon. Tämä lisää viemäriverkon vuotovesien määrää varsinkin sateisina aikoina. Muovisten viemärikaivojen kautta tehtävät viemäriverkon huoltotoimenpiteet ovat myös hankalia, sillä pesuletkut ja TV-kuvaustyöhön tarkoitetut laitteistot eivät mahdu kunnolla pienistä muovikaivoista sisään. Myös kaivoon tehtävät jälkiliitokset ovat hankalia toteuttaa ahtaisiin kaivoihin. [14.]

## 4 Tarkastuskaivojen saneerausmenetelmät

### 4.1 Saneerausmenetelmän valinta ja sille asetettavat tavoitteet

Viemäriverkostojen saneerauksen suunnittelun lähtökohtina ovat saneeraustarpeen tunnistaminen ja tilaajan määrittämät saneerauksen tavoitteet [10, s. 67]. Viemäriverkostojen ja viemärikaivojen saneerausmenetelmiä koskevat tavoitteet ja vaatimukset voidaan ryhmitellä muun muassa toiminnallisiin, rakenteellisiin, laadullisiin ja taloudellisiin tavoitteisiin. Toiminnallisiin tavoitteisiin kuuluvat muun muassa virtaustekninen toimivuus, kunossapidon huomioonotto ja toimintavarmuuden takaaminen. Rakenteellisiin tavoitteisiin kuuluvat saneerauksessa käytettävien tarvikkeiden ja materiaalin yleisten laatuvaatimusten huomioonotto sekä saneerattavan kohteen tiiviyn ja lujuuden takaaminen. Laadullisiin tavoitteisiin kuuluvat saneerauksessa käytettyjen tarvikkeiden, tuotteiden ja saneerattavan kohteen korroosion keston, käyttöiän, kulutuskestävyyden ja kemiallisen keston takaaminen. Taloudellisiin tavoitteisiin kuuluvat pyrkimys kustannusten minimointiin, työn keston minimointi sekä ulkopuolisille aiheutuvien haittojen minimointi. [15, s. 5–7.]

Viemärikaivoja pyritään saneeraamaan viemäriinjan saneeraustöiden yhteydessä. Tällöin pystytään varmistamaan viemäriinjan täydellinen toimivuus ja välttämään myöhemmiltä saneerausurakoilta. Viemäriinjojen ja kaivojen sovittaminen yhteen saneerausurakkaan säästää tilaajalta suunnitteluttamisesta aiheutuvia kuluja. Lisäksi pystytään minimoimaan kaivutöiden kesto ja ulkopuolisille aiheutuvat haitat. [14.]

### 4.2 Yleisimmät tarkastuskaivojen saneerausmenetelmät

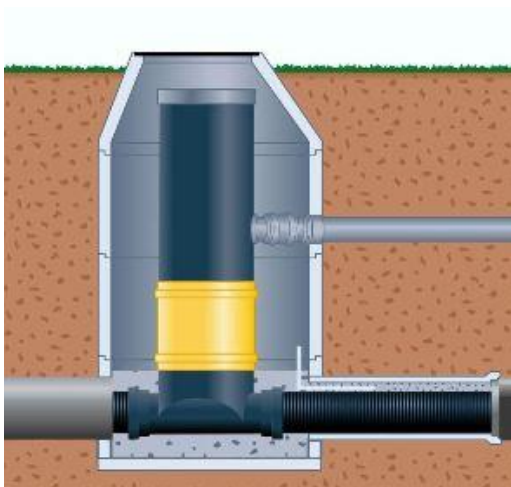
Seuraavassa on esitelty tarkastuskaivojen saneerausmenetelmiä, jotka toteutetaan mahdollisimman vähin kaivutöin. Saneerausmenetelmät ovat tarkoitettu betonisille ja tiilirakenteisille viemärikaivoille. Muovisille viemärikaivoille ei ole käytännössä markkinoilla saneerausmenetelmiä, vaan vialliset tai vaurioituneet muovikaivot yleensä vaihdetaan uusiin.

#### 4.2.1 Kansiston ja kaivon pohjan saneeraus

Kaivon kansiston saneeraus on yleinen kaivoihin kohdistuva saneerausmenetelmä. Vioittuneet kaivonkannet vuotavat viemäriverkostoon hulevuotovesiä, eli pintavaluntavedestä syntyvää vuotovettä. Rikkinäiset kansirakenteet voivat olla myös haitaksi liikenteelle ja kunnossapitokalustolle. Kaivoon voidaan vaihtaa kokonaan uusi kansisto, tai mahdollisesti vioittunut kehys tai uusi valurautakansi. Usein koko kansiston saneerauksen yhteydessä vaihdetaan myös kansiston korotusrenkaat uusiin ja tiivistetään kansiston saumat. Kaivon pohjan saneerauksella varmistetaan kaivon toimivuus. Pohja voidaan rakenteellisten vikojen ansiosta korjata sementillä tai pinnoittaa polymeeribetonilla tai epoksilla. Usein joudutaan uusimaan myös kaivon pohjakourun puutteelliset kouruviisteet. [14.]

#### 4.2.2 Muovinen saneerauskaivo

Saneerauskaivomenetelmä on nykyisin yleinen betonisten tarkastuskaivojen kunnostusmenetelmä. Se parantaa huomattavasti jo lähes romahtaneen ja pahoin vuotavan kaivon toimivuutta. Uusi muovikaivo, eli saneerauskaivo rakennetaan tarkkojen mittojen mukaan paikanpäällä vanhan betonikaivon sisään runkolinjan kallistusten mukaisesti. Ne sopivat hyvin niin jätevesi- kuin sadevesiviemäriin, ja niiden materiaaleina käytetään PE- ja PVC osia. Saneerauskaivo on yleisimmin halkaisijaltaan 315 mm tai 400 mm. Kaivot toimitetaan 0,5 m korkeina osina työmaalle, jossa ne jatketaan tarvittavaan korkeuteen joko hitsaamalla tai kaksoismuhveilla. Kuva 4 on leikkauskuva muovisesta saneerauskaivosta [16.]

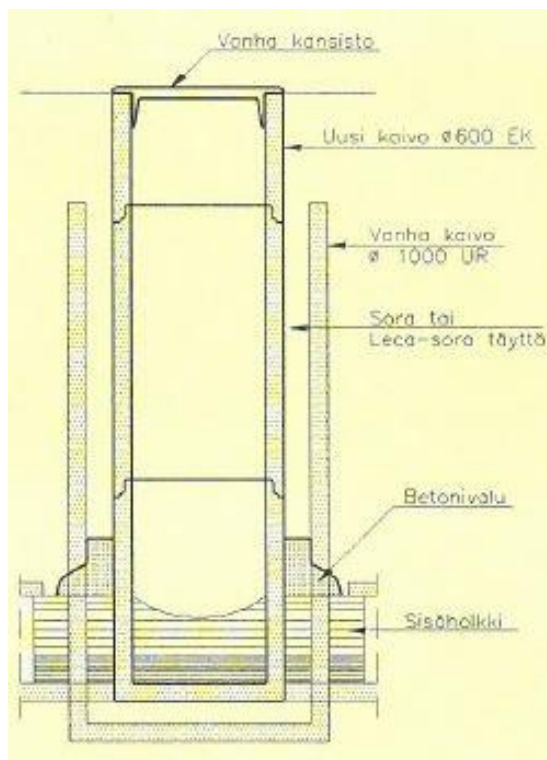


Kuva 4. Muovinen saneerauskaivo [16].

#### 4.2.3 Betonisen kaivon sisään asennettu uusi betoninen sisäkaivo

Uuden betonisen tarkastuskaivon asentaminen vanhan kaivon sisään soveltuu parhaiten suuren pahasti syöpyneen tai runsaasti vuotavan tarkastuskaivon korjaamiseksi, kun halutaan minimoida kaivutyöt. Menetelmässä vanhasta betonisesta kaivosta poistetaan yläosaa niin paljon, että kokoluokkaa pienemmät EK-kaivon renkaat voidaan laskea vanhan kaivon sisään. Saneerauksen lopputuloksena kaivo on uuden veroinen, mutta sisähalkaisijaltaan aikaisempaa kaivoa pienempi. [17, s. 31.]

Kaivon korjaustyön yhteydessä kunnostetaan kaikki rakenneosat kuten pohjakouru, liittymät ja kansisto. Pohjan muotoilun yhteydessä vanhan ja uuden kaivon väliin valetaan betonia noin 400 mm pohjasta ylöspäin. Loppuosa täytetään soralla, leca-soralla tai vaahabetonilla. Pienimpien kaivojen korjaamisessa voidaan käyttää myös muoviosia. On huomioitavaa, että saneerattavan vanhan kaivon tulee olla mielellään halkaisijaltaan 1 000 mm, jotta sen sisään saadaan uudet 600 mm halkaisijaltaan olevat kaivonrenkaat, kuten kuvassa 5 on esitetty. [17, s. 31.]



Kuva 5. Uuden betonikaivon asentaminen vanhan kaivon sisään [17].

#### 4.2.4 Tarkastuskaivon laastiruiskutus ja ruiskubetonointi

Viemärikaivon laastiruiskutus on varsin nopea kaivon saneerausmenetelmä. Ensiksi vanha betoninen kaivo puhdistetaan, jonka jälkeen kaivosta paikataan injektoimalla mahdolliset vuotokohdat. Laastiruiskutusmenetelmän yhteydessä käytetään usein raudoitusverkkoa vahvistamaan kaivon seinämän rakennetta. Valmiin laastikerroksen paksuus on noin 25 mm. Laasti voi koostua esimerkiksi SR-sementistä, hiekasta 0–0,6 mm ja vedestä. [18.]

Mikäli kaivon rakenteellinen kunto on heikko, eikä laastiruiskutuksella saavuteta haluttua lujuutta, tulee kaivo ruiskubetonoida. Ruiskubetonoinnissa käytetyn betonimassan rakekoko on noin 8 mm. Kaivon seinämille ruiskutetaan kaivon koosta ja kunnosta riippuen 35–50 mm paksu betonikerros, jolla pysäytetään kaivon sisäpuolinen korroosio. Ruiskubetonoinnin ja teräsvahvistuksen avulla kaivon käyttöikä voidaan pidentää jopa kymmeniä vuosia.

Tarkastuskaivojen laastiruiskutuksesta on kerrottu yksityiskohtaisemmin kaivosaneerausohje kappaleen yhteydessä.

#### 4.2.5 Lasikuitukaivo

Betonisen tarkastuskaivon sisälle asennettava lasikuidusta valmistettu kaivo voidaan asentaa räätälöitynä erikokoisiin ja muotoisiin tarkastuskaivoihin. Saneerattava kaivo mitataan ja tilataan yksilöllisesti. Valmis tehtaalta saapuva kaivo muistuttaa muodoltaan ja materiaaaliltaan lasikuitusukkaa, jota käytetään viemäriputkien sukkasujutuksessa. Saneerausmenetelmä soveltuu hyvin myös huonokuntoisten kaivojen korjaamiseen. [19.]

Lähtevän linjan yläpuolella olevat liittymät tulpataan saneeraustyön ajaksi. Lasikuitukaivo lasketaan vanhan kaivon sisään, jonka jälkeen se tiivistetään paineilmalla vanhan kaivon seinämään kiinni. Lopuksi kaivo kovetetaan UV-valolla ja kaivosta poistetaan sisäpussi sekä mahdolliset liittymät avataan ja tiivistetään. Kaivon pohja voidaan muotoilla betonilla tai kuiduttamalla lasikuidusta. Uuden lasikuitukaivon ja vanhan betonikaivon väliin ei jää ylimääräistä välitilaa, jonka ansiosta kaivon sisämitta ei juuri pienene. Myös kaivon rengasjäykkyyteen voidaan vaikuttaa yksilöllisesti jokaisen kaivon kohdalla. [19.]

Lasikuitukaivon käyttäminen viemärikaivojen saneerauksessa on melko uusi tapa. HSY:llä on alkamassa vuoden 2015 aikana pilotointihanke, jossa on valittu Helsingin kantakaupungin alueelta noin kaksikymmentä sekavesiviemärikaivoa, joihin tullaan asentamaan lasikuitukaivo vanhan kaivon sisään. Kävimme HSY:n vesihuollon verkostoprojektit -yksikön kanssa tutustumassa Järvenpään Veden hallinnoimiin lasikuitukaivoihin Järvenpäässä syksyllä 2014. Kuvassa 6 näkyy yksi Järvenpään Veden lasikuitukaivoista.



Kuva 6. Lasikuitukaivo asennettuna vanhan betonikaivon sisään (kuva: Kallio 2014).



## 5 Kaivosaneeraushanke

### 5.1 Rakennushankkeen kuvaus

Rakennuskohteena oli jäte- ja hulevesikaivojen saneeraus Helsingissä, Konalan ja Haagan alueilla. Hankkeessa saneerattiin yhteensä lähes 300 jäte- ja huleveden runkolinjan tarkastuskaivoa ja menetelmänä käytettiin suurilta osin viemärikaivon sisäpuolista laastiruiskutusta, kaivon kansiston vaihtoa sekä kaivon pohjan korjausta.

Osa saneerattavien viemärikaivojen välisistä jäte- ja huleveden viemärilinjoista oli saneerattu noin viisi vuotta aikaisemmin, mutta saneerauksen yhteydessä ei kaivoja ollut korjattu. Alueilla tehdyissä viemärireiden ja viemärikaivojen kuntotutkimuksissa oli todettu että viemärikaivot olivat saneerauksen tarpeessa. Suurilta osin 1960-luvulla rakennettujen viemärilinjojen tarkastuskaivojen tiilistä tehdyt koroterenkaat olivat pahoin murentuneet, tarkastuskaivojen kansistot vuotivat hulevesiä, kaivojen seinämissä oli halkeamia ja kaivon pohjien kourut olivat osin vioittuneet.

HSY:n tilaamassa urakassa urakoitsijana toimi Suomen Putkisto Palvelu Oy, jolla on laajamittainen ja pitkä kokemus viemärikaivojen saneerauksista. Maaurakoitsijana toimi Havot Oy. Itse toimin hankkeen aikana tilaajan puolelta valvojana yhdessä rakennuttajavalvoja Tommi Rantasen kanssa. Hankkeen urakka-aika sijoittui heinäkuun 2014 ja tammi-kuun 2015 väliselle ajalle.

### 5.2 Saneeraustyön vaiheet

#### 5.2.1 Kaivojen yläosan korjaus

Pääurakoitsijan käyttämä maaurakoitsija suoritti lähes jokaiselle saneerattavalle viemärikaivolle kaivon yläosan korjauksen, jossa vaurioitunut yläosa purettiin ehjään ja lujaan rakenteeseen asti. Yläosa rakennettiin vastaamaan olemassa olevaa ehjää rakennetta. Vanhat korokerenkaat ja kartiorenkaat poistettiin leikkaamalla asfaltti 500 mm kartiorenkasta suuremmalta alueelta. Uudet kartiorenkaat ja kansistorakenteet tiivistettiin ja asennettiin vanhaan ehjään rakenteeseen asti. Kansistot varustettiin HSY:n uusilla valurautakansilla. Kuvassa 7 on urakassa saneerattuja jätevesikaivoja Haagassa Kylänevantiellä.



Kuva 7. Saneerattuja viemärikaivoja Helsingissä (kuva: Kallio 2014).

### 5.2.2 Kaivojen sisäpuolinen puhdistus ja vuotojen injektointi

Ensimmäisessä kaivon sisäpuolisessa saneeraustyövaiheessa kaivoista poistettiin kaikki ylimääräiset esteet kuten juuret ja ylipitkät putkiliittymät. Viemärikaivoon liittyvissä putkiliitoksissa olevat pienet vauriot ja 2–10 mm:n levyiset vuotavat raot tiivistettiin sulfaatinkestävällä pikasementillä. Myös vanhat askelmaraudat ja tikkaat purettiin kaivoista pois. Työt aloitettiin saneerattavien kaivojen pesulla, joka toteutettiin korkeapaineisella vesipesurilla, jonka rakenne oli muutettu kyseiseen tarkoitukseen sopivaksi. Pesulla varmistetaan, että kaivon sisäpinnasta saadaan pois kaikki irtoaines. Viemärikaivon puhdistuksen jälkeen urakoitsija arvioi saneerausmenetelmän soveltuvuuden ja ehdotti mahdollisista muutoksista tilaajalle. Pesun yhteydessä kaivoista injektointiin vuotokohdat tarkoitukseen soveltuvalla injektointimassalla. Injektoinnin ansiosta kaivoista saatiin vesitiiviit. [18.]

### 5.2.3 Työaikainen viemäriveresien johtaminen

Saneerattavaan viemärikaivoon liittyvät viemäriputket tulpattiin kaivon pohjan saneeraustöiden ajaksi. Suuremmilla viemäriinjojen virtaamilla sijaitsevista kaivoista viemäriveresi johdettiin väliaikaisella putkijärjestelyllä työkohteen ohi tai järjestettiin viemäriveresien ohipumppaus. [18.]

#### 5.2.4 Laastiruiskutus

Viemärikaivojen sementtilaastiruiskutuksen yhteydessä käytettiin pääsääntöisesti sinkittyä raudoitusverkkoa, lukuun ottamatta muutamaa pahoin syöpynyttä kaivoa, joissa jouduttiin käyttämään RST-verkkoa. Raudoitusverkko kiinnitettiin 10 mm:n etäisyydelle kaivon seinämästä, ja sen tuli jäädä valmiista laastikerroksen pinnasta 5–20 mm:n etäisyydelle. Laasti tehtiin sulfaatinkestävästä Portland-sementistä ja 0–0,6 mm:n hiekasta sekoitussuhteella 50/50 sekä vedestä. [18.]

Paineilman ja ruiskutuspää-suuttimen avulla kaivoihin suoritettiin laastiruiskutus kahdella tai useammalla kerroksella. Kerrosten yhteisvahvuus oli noin 50 mm. Kuvassa 8 on käynnissä laastiruiskutus saneerattavassa viemärikaivossa. [18.]



Kuva 8. Viemärikaivon laastiruiskutusta (kuva: Kallio 2014).

#### 5.2.5 Pohjien muotoilu

Kaivoista piikattiin vanhat pohjakourut pois ja niiden tilalle valettiin uudet kourut. Kaivon pohjien muotoilussa käytettiin betonimassaa, jonka avulla pohjista saatiin sileät ja vesitiiviit. [18.]

### 5.2.6 Kaivojen pinnoittaminen

Laastiruiskutetut jätevesikaivot pinnoitettiin muiden korjaustoimenpiteiden jälkeen pohjasta aina kansistoon saakka Sikagard 720 Epocem -pinnoituslaastikerroksella. Kerroksen paksuuden tuli olla 2–2,5 mm. Kyseisen sementtipohjaisen vesiepoksin ansiosta jätevesikaivoihin saatiin suojaus viemärikaasuja vastaan. Kuvassa 9 on esitelty pinnoituslaitteen toimintaa. [18.]



Kuva 9. Jätevesikaivon pinnoitusta (kuva: Kallio 2014).

### 5.3 Saneeraushankkeessa ilmenneet kehitysmahdollisuudet

Havaintona urakoitsijan laatiman laatujärjestelmän ja tilaajan konsultilla teettämän työselostuksen välillä voidaan pitää saneeraustapojen nimeämisessä esiintyviä eroavaisuuksia. Työselostuksessa mainitaan viemärikaivojen saneeraustavaksi laastiruiskutuksen, kun taas urakoitsijan laatujärjestelmän mukaan vastaavilla materiaaleilla toteutetun työtavan mainitaan olevan ruiskubetonointi. Jatkossa vastaavien epäselvyyksien välttämiseksi tulee saneeraustapojen terminologia selvittää tarkennin.

Työn aikana suurimpana ongelmana koettiin jo osittain vanhentuneet lähtötiedot. Saneerattavista viemärikaivoista oli laadittu ennen toteutusvaiheen aloitusta listaus ja esitetty

lyhyesti kaivojen ongelmakohdat ja yksilölliset korjaustoimenpiteet. Lähtötiedot olivat peräisin kaivokorteista, jotka oli laadittu joidenkin alueiden kohdalla jopa kahdeksan vuotta aikaisemmin. Osa kaivoista oli paljon huonommassa kunnossa kuin lähtötiedoissa oli esitetty. Muutama kaivo oli ehditty saneerata kokonaan ennen saneeraushankkeen alkamista ja osa kaivoista oli poistettu käytöstä muuttuneiden katujärjestelyiden takia.

Vanhentuneilla lähtötiedoilla oli hieman vaikutusta hankkeen lisä- ja muutostyökustannuksiin ja ajallisesti jouduttiin käyttämään enemmän aikaa muutaman kaivon saneeraustarpeen arviointiin vanhentuneiden lähtötietojen pohjalta. Kaiken kaikkiaan lähes kolmensadan saneerattavan viemärikaivon hankkeessa tämä oli kuitenkin varsin pieni ongelmakohta. Hanke itsessään eteni suunnitellun aikataulun ja työkohtaisen laatusuunnitelman mukaisesti.

## 6 Pohdintaa

Työskennellessäni HSY:n investoinnit osastolla sain mahdollisuuden toimia viemärikaivojen saneeraushankkeessa valvojana, ja yhdistää hankkeeseen oman opinnäytetyöni tekemisen. Tavoitteet opinnäytetyötäni kohtaan olivat HSY:n puolelta, että työn avulla voisin kerätä tietoja siitä, miten viemärikaivojen saneeraushankkeita voisi jatkossa kehittää ja mihin asioihin tulisi kiinnittää erityistä huomiota työn suunnitteluttamisessa ja työn toteutusvaiheessa.

Mielestäni saneeraushankkeen toteutusvaiheessa keräämäni huomiot vanhentuneista lähtötiedoista ja kehitysmahdollisuuksista niiden osalta voidaan pitää onnistuneena prosessina. Uskon, että jatkossa HSY:llä suoritettavissa viemäriverkostojen ja viemärikaivojen saneeraushankkeissa tullaan kiinnittämään huomiota mahdollisimman ajantasaisien lähtötietojen hankintaan. Tämän avulla säästytään toteutusvaiheessa ylimääräiseltä verkostojen kunnon määrittämiseen kuluvalta ajalta.

Aloittaessani toimimisen valvojana viemärikaivojen saneeraushankkeessa, monet kaivojen saneeraamiseen liittyvät asiat olivat minulle uusia. Koen, että koko toteutusvaiheen näkeminen aloituskokouksesta vastaanottokokoukseen ja kaikki työvaiheet niiden välillä ammensivat tietojani vesihuoltoverkostojen saneeraamisesta.

## Lähteet

- 1 Yleisesitys. 2014. HSY.
- 2 HSY, Vesihuoltoverkostot. 2014. Verkkodokumentti. <<http://www.hsy.fi/vesi/vesihuoltoverkostot/Sivut/default.aspx>>. Päivitetty 15.12.2011. Luettu 11.12.2014.
- 3 RIL 237-1-2010 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu, perusteet ja toiminnallisuus. 2010. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
- 4 RIL 124-2-2004 Vesihuolto II. 2004. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
- 5 RIL 237-2-2010 Vesihuoltoverkkojen suunnittelu, mitoitus ja suunnittelu. 2010. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
- 6 HSY:n vesihuolto. 2014. Verkostosuunnittelukäytännöt vol.2.
- 7 InfraRYL 2006. Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset. 2006. Osa 2 Järjestelmät ja täydentävät osat. Helsinki: Rakennustieto Oy.
- 8 Rakennusteollisuus RT Ry & Betoniteollisuustoimiala. 2003. Betoniviemärit 2003 -käsikirja. Jyväskylä: Suomen Betonitieto Oy.
- 9 Kaivot hinnasto 2014/2015. Uponor. <[https://www.uponor.fi/~media/countryspecific/finland/download-centre/general-information/pricelist-2014/15\\_kaivot\\_hinnasto\\_14082014.pdf?version=1](https://www.uponor.fi/~media/countryspecific/finland/download-centre/general-information/pricelist-2014/15_kaivot_hinnasto_14082014.pdf?version=1)> Luettu 19.3.2015.
- 10 Viemäreiden sisäpuoliset saneerausmenetelmät. 2014. Verkkodokumentti. Vesi-Instituutti WANDERin julkaisuja 2. <[http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/79677/SAMK2014B9\\_Viemareiden\\_sisapuoliset\\_saneerausmenetelmät.pdf](http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/79677/SAMK2014B9_Viemareiden_sisapuoliset_saneerausmenetelmät.pdf)> Luettu 23.3.2015.
- 11 Forss, Annukka. 2005. Vesihuollon verkostojen ylläpidon perusteet. Vesi- ja viemärilaitosyhdistyksen monistesarja nro 17. Helsinki: Vesi - ja viemärilaitosyhdistys.
- 12 Viemäreiden ja vesijohtojen tv-kuvauksen teettämisohjeet. 1998. Helsinki: Vesi- ja viemärilaitosyhdistys.
- 13 Vesilaitosyhdistyksen julkaisusarja nro 56. 2013. Viemärikaivojen kuntotutkimusohje. Helsinki: Vesilaitosyhdistys.
- 14 HSY:n aluevalvojat ja putkimestarit. Haastattelut. Helsinki 2/2015–4/2015.

- 15 Vesijohtojen ja viemäreiden saneerausmenetelmät '95. 1995. Helsinki: Ympäristöministeriö, Suomen Kuntaliitto ja Vesi- ja viemärlaitosyhdistys.
- 16 Suomen Putkisto Palvelu Oy. 2012. Verkkodokumentti. <<http://sppoy.com/index.php/palvelut/3-articles/palvelut/33-muovikaivot>> Luettu 23.3.2015.
- 17 Rakennustuoteteollisuus. 1996. Betoniviemärit: Suunnittelijan käsikirja. Jyväskylä: RTT.
- 18 Viemärikaivojen korjaus. 2014. Työselostus. HSY.
- 19 Putkistosaneeraus Eerola Oy. 2014. Keskustelut 9/2014–12/2014.


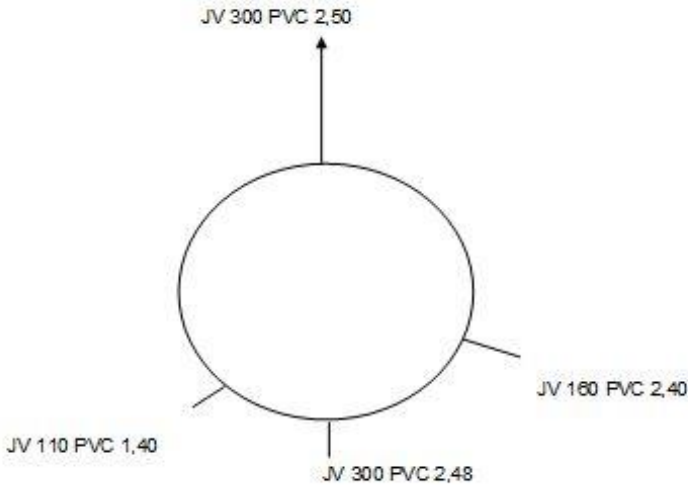






## KAIVOKORTTIMALLI

KOHDE	Haaga	Päivämäärä	
KATUOSOITE	Laajasuontie	Kaivon tunnus	JV 162191
		Karttaliitteen n:o	119-0056

Perustiedot	verkkolaji <input checked="" type="checkbox"/> pötevesi <input type="checkbox"/> sadevesi <input type="checkbox"/> seka-vesi <input type="checkbox"/>
	sisämitta 800 mm x mm
	kaivomateriaali <input type="checkbox"/> bet. rengas <input type="checkbox"/> PEH <input checked="" type="checkbox"/> Valettu <input type="checkbox"/> tili <input type="checkbox"/> PVC <input type="checkbox"/> 2,5
Valokuva kaivosta	
Kaaviokuva kaivosta	
Lomakkeen täytti: _____ Urakoitsija: _____	